National Research Council Canada | Conseil national de recherches Canada

CANADIAN SPACE PROGRAM

PROGRAMME SPATIAL CANADIEN

Canadian Participation in Space Station

Canada

INTRODUCTION

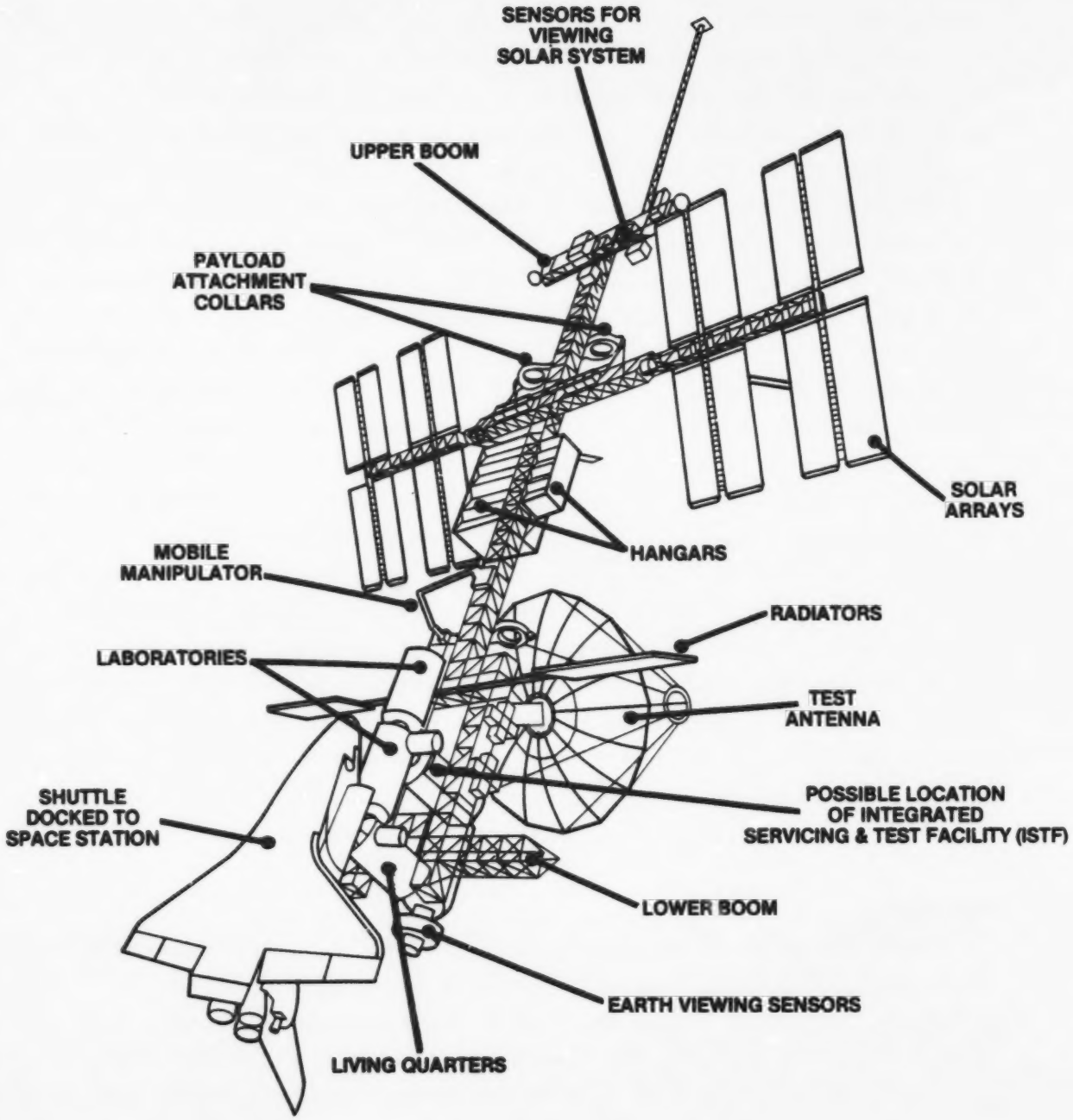
When the Space Station is launched in the early 1990's, it will be one of the most complex and visible technological achievements in history, a response to a challenge to build on a proven record of success in space.

While the Shuttle program is effective for transporting payloads into and from space, the Shuttle orbiter itself cannot stay up for long enough periods to complete many future tasks; a permanent facility in space is needed to explore the new frontiers of the universe. It is a logical extension of the Space Shuttle program, challenging scientists and engineers to go beyond the limits imposed by the earthbound environment. From the brief space forays of the past, this new operation will be capable of supporting multiple long-term manned flight activities in the future. Based on modular design principles, it will continue to develop long into the next century. It is a base camp for space which may some day evolve into a space community.

This self-contained world will include space laboratories and observatories, manufacturing facilities, a maintenance and storage depot, a servicing station for orbital platforms and satellites, living quarters for the astronauts, as well as orbital maneuvering and transfer vehicles to link the base Station with other orbiting platforms and satellites.

HISTORY

The decision to go ahead with the Space Station was made in 1984 when President Reagan formally announced the first permanently manned Space Station to be operational within a decade, and to be used for "peaceful economic and scientific gain." But, in fact, it wasn't the first: Skylab, which was occupied in 1973-74, was NASA's original space station, a craft which could house astronauts for up to three months at a time.



THE SPACE STATION

After Skylab, until plans for the new U.S. Space Station were announced, NASA concentrated on development of the Space Transportation System, or Shuttle.

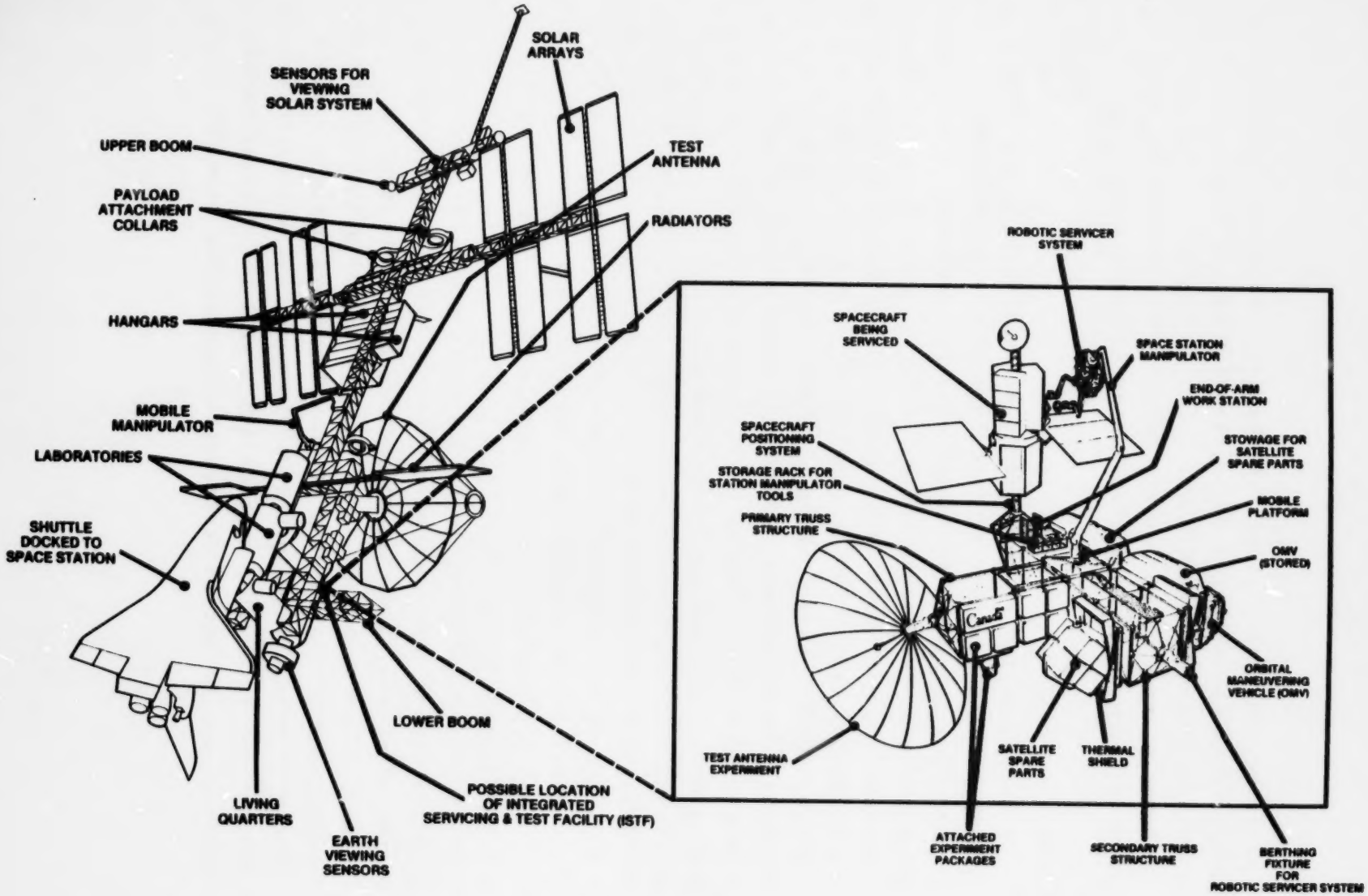
Meanwhile, the Soviet Union's Salyut space station program has provided permanent manned facilities in space since 1971.

THE PLAN

The Space Station is foreseen as an evolutionary facility, eventually serving a number of functions. It will serve as:

* a laboratory in space, for scientific research and the development of new technologies;
* a permanent observatory, with elements in low inclination and polar orbits, from which to observe Earth and the universe;
* a transportation centre where payloads and vehicles are stationed, processed and deployed to their destinations;
* a servicing facility, where payloads and vehicles are maintained, repaired, and refurbished;
* an assembly facility where large space structures and systems are assembled and checked out;
* a facility to enable manufacturing in space, where the unique environment enhances commercial opportunities;
* a storage depot where payloads and parts are kept on orbit for subsequent use;
* a staging base for possible future space projects, such as a permanent lunar base, manned mission to Mars, a manned survey of the asteroids, a manned scientific and communications facility in geosynchronous orbit, or unmanned planetary probes.

Commitment to the Space Station will afford partner nations the chance to participate in the development, use and operation of the facilities, to develop systems which will be of later benefit to industry, and to obtain preferential access for research users.


SOLAR ARRAYS
SENSORS FOR VIEWING SOLAR SYSTEM
UPPER BOOM
TEST ANTENNA
PAYLOAD ATTACHMENT COLLARS
RADIATORS
HANGARS
MOBILE MANIPULATOR
LABORATORIES
SHUTTLE DOCKED TO SPACE STATION
LOWER BOOM
LIVING QUARTERS
EARTH VIEWING SENSORS
POSSIBLE LOCATION OF INTEGRATED SERVICING & TEST FACILITY (ISTF)
ROBOTIC SERVICER SYSTEM
SPACECRAFT BEING SERVICED
SPACE STATION MANIPULATOR
END-OF-ARM WORK STATION
SPACECRAFT POSITIONING SYSTEM
STOWAGE FOR SATELLITE SPARE PARTS
STORAGE RACK FOR STATION MANIPULATOR TOOLS
MOBILE PLATFORM
PRIMARY TRUSS STRUCTURE
OMV (STORED)
ORBITAL MANEUVERING VEHICLE (OMV)
TEST ANTENNA EXPERIMENT
SATELLITE SPARE PARTS
THERMAL SHIELD
ATTACHED EXPERIMENT PACKAGES
SECONDARY TRUSS STRUCTURE
BERTHING FIXTURE FOR ROBOTIC SERVICER SYSTEM

The Space Station is the point where the interests of the public and private sectors intersect: a permanently-manned, orbit-maintainable facility with an operational lifespan of at least 25 years. It will define what humans need to know to live detached from their home planet.

INTERNATIONAL PARTNERSHIP

The actual cost of the Station constructed by several partner nations has been estimated at $12 billion, with the United States contributing about $8 billion. In addition to Canada's contribution, the European Space Agency (ESA) will contribute over $2 billion, and the Japanese over $1 billion. This is an investment in the future. Being part of the original team provides an opportunity to become involved at a point where individual countries can still influence the design.

The U.S.A., through NASA, will manage the development of the initial core Space Station and develop most of the core structure.

European nations, through the European Space Agency (ESA), are collaborating on the development of Columbus, an orbiting laboratory which could eventually evolve into a semi-autonomous space station, and are considering provision of a polar orbiting platform for remote sensing.

Japan is looking towards having its own research laboratory attached to the Space Station, as well as having an unpressurized module for space experiments and processing.

Canada is developing several options for participation. First is a robotic servicer and an Integrated Servicing and Test Facility (ISTF) for space assembly, test, servicing and maintenance functions. This facility would be used to service satellites and other earth orbiting spacecraft, a key function in outer space. Second, are the solar arrays which could provide primary power to the man-tended platforms or auxiliary power for the Station. Third, is a remote sensing facility based on Radarsat.

CANADIAN INVOLVEMENT

Canada's Track Record

Canada has a proven record of success in space science and technology. Canada was the first country, outside of the United States and the USSR, with a satellite (Alouette, 1962) in space and the first to orbit a domestic telecommunications satellite (Anik A1, 1972). Since that time, Canada has developed many more communications satellites and the highly successful remote manipulator system, or Canadarm, for the NASA Space Shuttle. These accomplishments, and the establishment of the Canadian Astronaut Program, are a good base on which to build.

Building on our Technological Base

Canada's future needs will probably be best served by the use of a polar platform for remote sensing and a Space Station initially configured as a research and development laboratory leading to the commercial exploitation of space. The Canadian role would be that of a supplier of specialized equipment and a user of the space station for scientific research, remote sensing and industrial testing.

Canada's present technology base includes:

* space hardware and instrumentation
* communications satellites
* remote sensing systems
* space mechanisms such as robotics and manipulators
* space structures
* solar arrays
* space science
* space medicine

The Commercial Potential

The strongest commercial benefits will arise from the traditional space application areas of communications and remote sensing and, in addition, from materials processing in space and the provision of facilities for the assembly, servicing, repair and test of satellites and structures.

Opportunities for Canada as a Station User

* Remote sensing. Canada, more than most countries, needs to monitor her extensive land mass and resources. The new remote sensing systems will have greater power, as well as improved data-handling and transmission capabilities. Using the Space Station as a base, Canada would be able to develop, and test these systems in orbit, and eventually service them in polar orbit.

* Space Technology. The Space Station is well-suited to developing and testing complex satellite systems, manipulators and structures before these are committed to regular service.

* Life Science and Space Medicine. The development of new pharmaceuticals and biotechnology processes will be possible, as will an increased understanding of the adaptation of humans to a space environment.

* Communications. The use of the Space Station will allow on-orbit check-out and servicing of satellites.

* Space Science. Space scientists in Canada study the earth, its atmosphere, outer space and astronomy. The Space Station would provide an additional base for observation and research.

* Materials Processing. The use of microgravity for developing new or improved products for the electronics, pharmaceutical and metal processing industries offers the potential to make this one of the more significant economic applications. Interest among Canadian industries is growing in the use of Space Station laboratories for these purposes.

SPACE STATION STRUCTURE

More than a single orbiting structure, the Space Station is envisaged as a combination of manned and unmanned facilities located in low earth orbit, linked to each other by Orbital Maneuvering Vehicles, Orbital Transfer Vehicles, and by the Space Shuttle. These facilities include the large base Station orbiting earth in a near-equatorial plane, as well as smaller separate space platforms in both equatorial and polar orbits.

Configuration

Although no design decisions have been made for the large base Station, several configurations are under discussion.

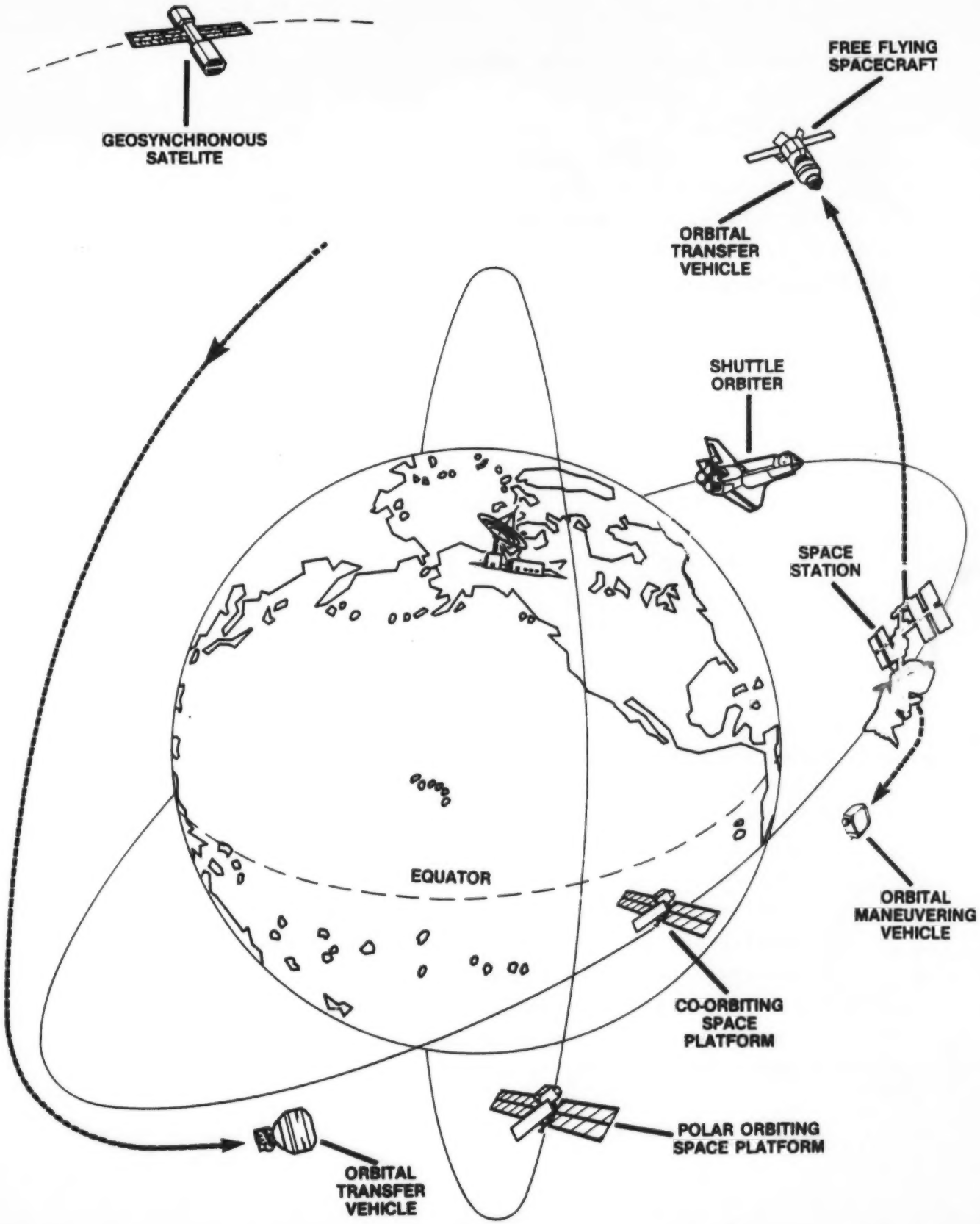
Particularly favored is the Power Tower, a 120 m long spine of lightweight, high strength materials with a 65 m cross-span holding 4 large solar arrays per side. The Station would orbit at an altitude of 500 km, serve as an initial base for a crew of six astronauts, and include five cylindrical modules: two for living quarters, two laboratories and one for logistics.

Designing long-term life support and power systems are key engineering challenges, with food, water, air and climate control being the most important considerations. Designers are working on a 'closed loop' system in which water and eventually some wastes would be re-cycled.

New generations of solar cells using gallium arsenide instead of silicon and concentrators are also under consideration.

During construction, the Shuttle orbiter will carry the various Station elements into orbit and help assemble the structure. Once the Station is operational, the Shuttle will continue to bring supplies, fresh crews and equipment.

THE SPACE STATION INFRASTRUCTURE



SPACE STATION FACTS (INITIAL MANNED STRUCTURE)

Mass: 90 000 kg
Length: 120 m (central framework)
Width: 65 m (solar arrays)
Assembly schedule: 6 shuttle missions
Power: 75 kW (4 photovoltaic, silicon solar arrays)
Pressurized Modules: Living Quarters (2)
Laboratory (2)
Logistics (1)
Crew: 6 - 8
Orbital inclination: 28.5° to Equator
Altitude: 500 km
Functions: On-Orbit Laboratory
Manufacturing Facility
Transportation Centre
Permanent Observatory
Servicing Facility
Communications and Data Processing Centre
Assembly Facility
Storage Depot

Scientific and Industrial Activity

Conditions of microgravity open up many new manufacturing possibilities.

Potential industrial activity may include:

* Pharmaceutical products
* processing of semi-conductor materials
* development of new metals and alloys, ceramics, glasses
* new developments in space biology

The bird's-eye view offered by instruments in space also allows remote sensing for agriculture, forestry, petroleum, mineral and offshore resource industries.

STAGES OF SPACE STATION DEVELOPMENT

The Space Station project has been divided into five phases leading up to on-orbit operations in the early 1990's. However, the Space Station will continue to evolve well into the next century; this means that it will always be state-of-the-art.

An international review has been underway since January 1982, including the United States, Canada, various European nations, and Japan who are potential initial partners and users.

Phase A: Studies to define national areas of interest

1982 - 1985. The preliminary study phase included an appraisal of the possibilities for each nation to participate in the program, an assessment of the contributions according to their existing technology base and an assessment of their potential use of the facility.

Phase B: Definition and Design

April 1985 - 31 March 1987. The definition and preliminary design phase includes a more detailed study of each nation's potential contribution to the program. In parallel with NASA's Phase B, Canada will establish areas of national participation which can be presented to NASA. In January 1986, a Systems Requirements Review will be held by NASA and decisions taken as to which areas of Canadian hardware design and development will proceed. This could include one or more of the following:

- Integrated Servicing and Test Facility (ISTF)
- Robotic servicer
- Solar arrays for polar platforms or as auxiliary power for the base Station
- Remote sensing facility on a polar platform

A user-development program will be on-going throughout Phase B, to identify ways in which the Canadian research community and industry can best use the Space Station for scientific, technical and commercial purposes.

Phases C through E will be established in early 1987 when agreements are negotiated between NASA and each of its international partners.

Phases C & D: Design and Manufacture

The hardware for Space Station will be designed, built, integrated and tested.

Phase E: Delivery, Assembly in Space and Operation

Components will be transported into orbit in the Shuttle's cargo bay and assembled by astronauts.

CANADA'S ACTIVITIES IN PHASE A

Canada began preliminary studies in 1982 on the benefits of participating in the Space Station program. The principal aims of the studies were to determine how and to what degree Canadian industry, universities and government could make use of a Space Station in permanent orbit around the earth and to outline ways in which the Canadian space industry could contribute to the construction, maintenance and servicing of a Space Station. The studies, carried out by Spar Aerospace Ltd. and Philip A. Lapp Associates, under contract to the National Research Council, indicated a substantial interest in the program from the public and private sectors. The report concluded that Canada could benefit scientifically, technologically, economically and socially through participation in the development of the Space Station.

CANADIAN USE OF THE SPACE STATION

Detailed interviews were held with representatives from industry, universities and government to gauge the level of interest in a Space Station for use in areas such as remote sensing, space technology, medicine and biology, communications, space science and materials processing. Although interest was expressed across the board, the greatest initial response came in the areas of remote sensing and space technology.

Remote Sensing

Canada's remote sensing community saw a variety of applications in the use of a Space Station and related infrastructure that would include polar orbiting platforms, and some means of servicing them. A Space Station will provide several advantages for technology development in remote sensing, including the ability to test new equipment in orbit before committing it to an operational role. The platforms will be capable of service and maintenance, and will use larger, more powerful antennae for the transmission of data for such things as resource monitoring.

Space Technology

In view of Canada's expertise in constructing complete space systems ranging from satellites and ground stations to Canadarm, the remote manipulator system used on the shuttle to deploy and retrieve payloads, strong interest from the space manufacturing sector was both expected and received.

A manned facility in space would be used for a variety of tasks, including the assembly and testing of large platforms, and the maintenance, and servicing of a wide range of space structures including satellites, scientific instruments and components of the Space Station itself and of course, the use of Space Station for developing new commercial products.

Space Biology

Several suitable experiments including fundamental investigations into human adaptability to the space environment, were suggested by Canadian experts in the field.

Initial interest in the preliminary study led to a second in-depth study in 1984 looking at a variety of Canadian life science experiments that could be performed on the Space Station. Several new proposals for projects that could be carried out in space were identified, including experiments on the body's adaptation mechanisms and investigations into the calcium loss and muscle atrophy experienced by astronauts in space for long periods of time.

Communications

Although the communications industry expressed no strong immediate need for a Space Station, the long-term advantages were recognized. Eventually a Space Station would allow the routine repair of malfunctioning satellites and would be an obvious asset in assembling and deploying the large communications platforms of the future.

Space Science

The science community saw the Space Station as a research facility and as a base from which to observe earth/atmospheric and solar system phenomena. In addition, the construction of large space telescopes, the servicing of special observation satellites, and the possibility of constructing and launching planetary probes from the Station itself made it a highly desirable facility.

Materials Processing

Although Canada has not yet processed materials in space, the commercial potential is great, as evidenced by the heavy investment already being made in this area by several major U.S. companies in space-made pharmaceuticals and semiconductors. A Space Station laboratory would undoubtedly accelerate development of these potentially lucrative areas of the future.

CANADIAN CONTRIBUTION TO STATION DESIGN AND CONSTRUCTION

The preliminary studies showed that Canada, with an existing highly-developed space industry, could contribute to the design and development of several hardware and operating systems needed for Space Station. This would include development of an Integrated Servicing and Test Facility which would include a new generation of remote manipulators with advanced sensors, a robotic servicer, work stations and special tools. The Canadian space industry was also interested in solar arrays, data processing equipment, sophisticated control systems and remote sensing facilities.

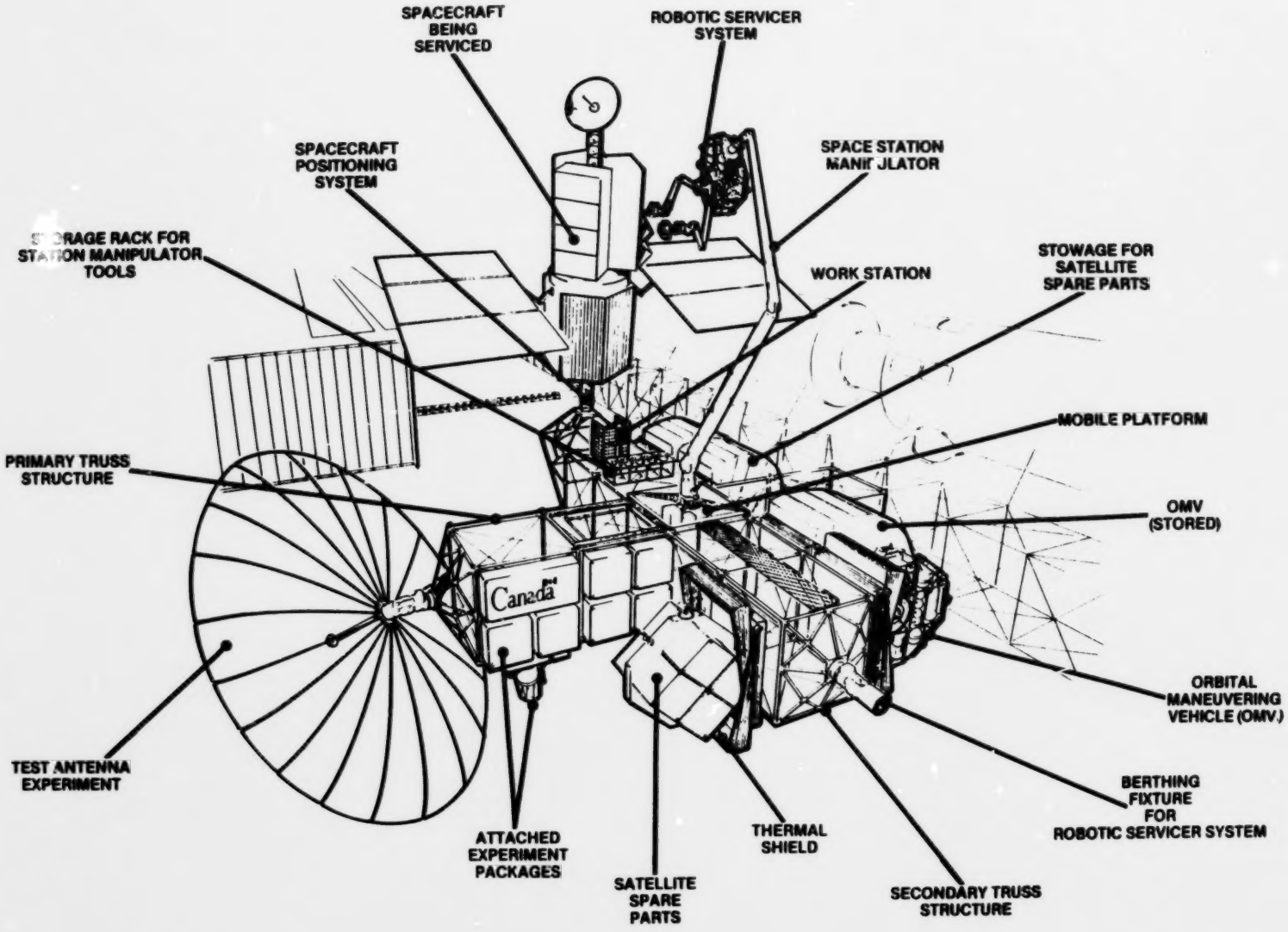
JOINT INDUSTRY-USER CONTRACTS FOR SPACE COMMERCIALIZATION

To explore the potential for Canadian commercialization of space, NRC contracted six companies in November 1984 to investigate ways in which potential Canadian users of a Space Station for commercial purposes could work with space equipment suppliers to produce new space-made materials such as

semiconductors, ceramics, glasses, new metals and metal alloys for a variety of industrial uses as well as pharmaceutical and biological products. In a separate study, Currie, Coopers and Lybrand is looking at the commercial and economic benefits to Canada of participation in the Space Station program.

NRC Space Station Study Contracts in Canada

1982	Spar Aerospace	Survey of Canadian industry interest in construction
1982	Philip A. Lapp	and use of Space Station
1984	Spar Aerospace Subcontractors: Atcon Services Ltd. CAE Electronics Ltd. Canadian Astronautics Ltd. Dynacon Ltd. MacDonald Dettwiler and Associates Ltd. Moniteq	Technology development for Space Station and infrastructure construction
1984	Atcon Services Ltd. BM Hitech Canadian Astronautics Ltd. M.P.B. Technologies Spar Aerospace Thomas Croil Ltd.	Space commercialization, potential for Canadian industry in specialized areas of materials processing
1984	Currie, Coopers & Lybrand	Economic benefits to Canada from participation



INTEGRATED SERVICING & TEST FACILITY (ISTF)

Conseil national de recherches Canada

National Research Council Canada

PROGRAMME SPATIAL CANADIEN

CANADIAN SPACE PROGRAM

Participation canadienne à la station spatiale

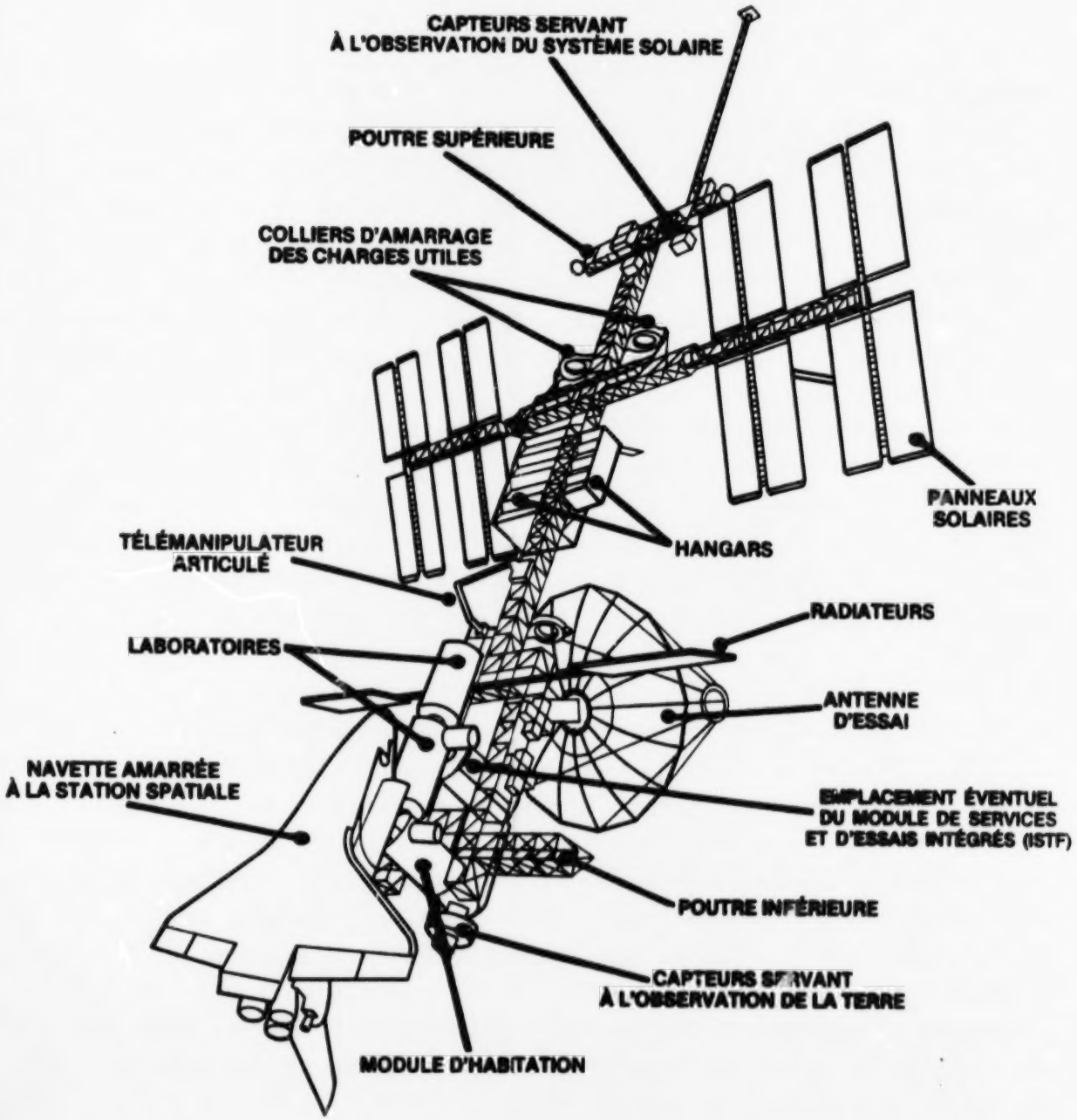
Canada

INTRODUCTION

Lorsque la station spatiale sera lancée au début des années 90, elle représentera l'une des réalisations technologiques les plus complexes et les plus visibles de l'histoire et en quelque sorte la preuve que l'homme aura su tirer parti des succès spatiaux accumulés jusqu'à ce grand jour.

En dépit de l'efficacité du programme de la navette, on est limité par le fait que son étage orbital ne peut rester en orbite suffisamment longtemps; une installation spatiale permanente est donc nécessaire pour poursuivre notre exploration de l'univers. C'est un prolongement logique du programme de la navette spatiale qui appelait les scientifiques et les ingénieurs à dépasser les limites imposées par notre environnement terrestre. Après nos brèves incursions spatiales du passé, ces nouveaux moyens donneront à l'homme la possibilité de se livrer à des activités multiples et de longue durée dans l'espace. Faisant appel au principe de la modularité, le développement de la station se poursuivra pendant de nombreuses années au cours du prochain siècle. Ce sera un camp de base dans l'espace qui pourrait éventuellement aboutir à une communauté spatiale.

Ce monde autonome comprendra des laboratoires et des observatoires spatiaux, des installations de production, un dépôt de maintenance et de stockage, une station-service pour les plates-formes orbitales et les satellites, des quartiers d'habitation pour les astronautes, ainsi que des véhicules de manoeuvre en orbite et de transfert interorbital (OMV et OTV) qui assureront les liaisons entre la station de base et les autres plates-formes et satellites en orbite.



LA STATION SPATIALE

HISTORIQUE

C'est en 1984 que le Président Reagan a annoncé officiellement la décision des États-Unis de construire la première station spatiale habitée devant être mise en service dans les dix années suivantes et utilisée pour le "progrès scientifique et économique dans un but pacifique". À bien considérer, ce ne sera pas la première station spatiale, cet honneur revenant en réalité au Skylab de la NASA, qui a été occupé en 1973-74 et qui avait été conçu pour recevoir à son bord des astronautes pour des séjours pouvant aller jusqu'à trois mois consécutifs.

Après Skylab et jusqu'à ce que les États-Unis annoncent leur intention de construire une nouvelle station spatiale, la NASA a fait porter ses efforts sur la mise au point d'un système de transport spatial appelé navette.

Le programme de stations spatiales soviétiques Saliout a assuré à l'URSS la présence d'une plate-forme habitable permanente dans l'espace depuis 1971.

LE PLAN

La station spatiale est perçue comme une installation évolutive appelée à remplir un certain nombre de fonctions. Elle servira:

* de laboratoire spatial pour la recherche scientifique et la mise au point de nouvelles technologies;
* d'observatoire permanent comportant des éléments sur orbite polaire à faible degré d'inclinaison pour l'observation de la Terre et de l'univers;
* de centre de transport où les véhicules et les charges utiles transiteront pour les préparations nécessaires avant de rejoindre l'orbite qui leur a été assignée;
* de station-service où les charges utiles et véhicules pourront être entretenus, réparés et reconditionnés;

* d'installation d'assemblage où des structures spatiales de grandes dimensions pourront être assemblées et testées;
* d'installation qui permettra de tirer parti des conditions exceptionnelles offertes par l'environnement spatial pour fabriquer des produits que l'on ne pourrait obtenir sur terre et d'ouvrir ainsi de nouveaux débouchés commerciaux;
* de dépôt de stockage où les charges utiles et les pièces détachées pourront être conservées en orbite pour une utilisation ultérieure;
* de base logistique pour d'éventuels projets spatiaux futurs comme, par exemple, la construction d'une base permanente sur la Lune, une mission habitée vers Mars, des vols de reconnaissance pilotés vers les astéroïdes, la mise en place en orbite géosynchrone d'une station scientifique et de télécommunications habitée, ou pour des sondes planétaires automatiques.

En apportant leur concours à la construction de la station spatiale, les nations intéressées auront la possibilité de participer au développement, à l'utilisation et à l'exploitation des installations, de mettre au point des systèmes dont l'industrie tirera ultérieurement avantage et d'en ouvrir l'accès à leurs scientifiques.

La station spatiale représente vraiment le point de convergence des intérêts du public et du secteur privé, offrant une installation occupée en permanence et pouvant être réparée en orbite avec une durée d'exploitation minimale de 25 ans. Elle permettra à l'homme de déterminer ses besoins pour être en mesure de vivre éloigné de la planète qui l'a vu naître.

COLLABORATION INTERNATIONALE

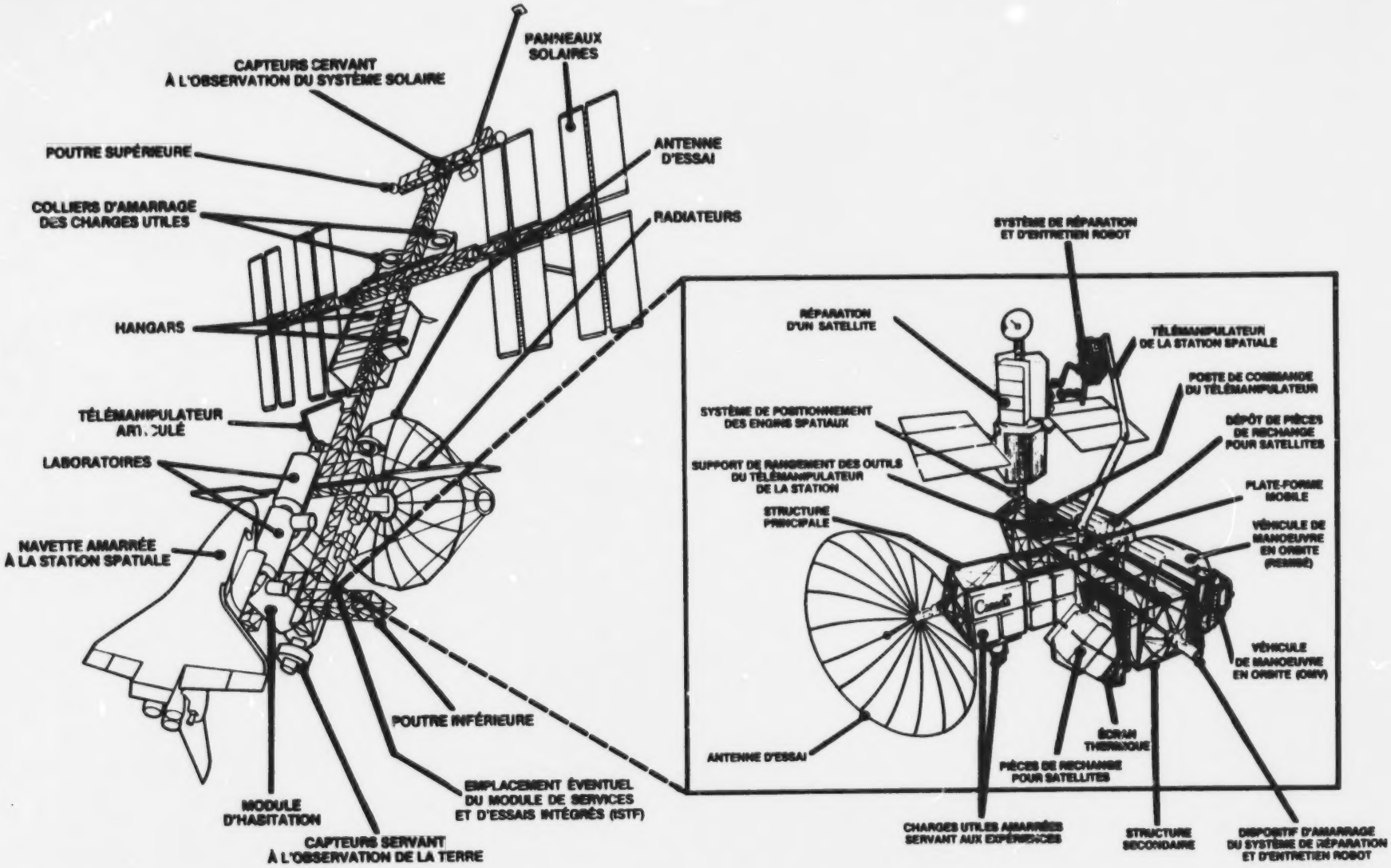
Le coût réel de cette station devant être construite par plusieurs nations a été évalué à 12 milliards de dollars avec une contribution américaine d'environ 8 milliards de dollars. À la contribution canadienne s'ajoutera celle de l'Agence spatiale européenne (ASE) avec plus de 2 milliards de dollars et du Japon, avec plus de 1 milliard de dollars. Il s'agit là d'un investissement pour l'avenir. L'avantage de faire partie de l'équipe d'origine, c'est qu'il est ainsi possible pour les pays participants d'influencer le concept avant qu'il ne soit trop avancé.

Les États-Unis, avec la NASA, dirigeront la construction de l'infrastructure de base de la station spatiale et assureront la réalisation de la majeure partie de cette infrastructure.

Les nations européennes, avec l'Agence spatiale européenne (ASE), collaborent à la mise au point de Columbus, laboratoire orbital qui pourrait éventuellement évoluer pour devenir une station spatiale semi-autonome et étudient la possibilité de construire une plate-forme sur orbite polaire pour la télédétection.

Le Japon envisage d'avoir son propre laboratoire de recherche qui serait fixé à la station, ainsi qu'un module non pressurisé pour les expériences et l'élaboration des matériaux dans l'environnement spatial.

Le Canada travaille à l'élaboration de plusieurs options de participation. Il envisage d'abord la construction d'un module de service robot et d'une Installation de services et d'essais intégrés (ISTF) pour la réparation des satellites. Cette installation jouerait un rôle clé dans l'espace du fait qu'elle serait utilisée pour assurer la réparation et l'approvisionnement en ergols des satellites et d'autres objets placés sur orbite


PANNEAUX SOLAIRES
CAPTEURS SERVANT À L'OBSERVATION DU SYSTÈME SOLAIRE
POUTRE SUPÉRIEURE
ANTENNE D'ESSAI
COLLIERS D'AMARRAGE DES CHARGES UTILES
RADIATEURS
HANGARS
TÉLÉMANIPULATEUR ARTICULÉ
LABORATOIRES
NAVETTE AMARRÉE À LA STATION SPATIALE
POUTRE INFÉRIEURE
EMPLACEMENT ÉVENTUEL DU MODULE DE SERVICES ET D'ESSAIS INTÉGRÉS (ISTF)
MODULE D'HABITATION
CAPTEURS SERVANT À L'OBSERVATION DE LA TERRE
SYSTÈME DE RÉPARATION ET D'ENTRETIEN ROBOT
RÉPARATION D'UN SATELLITE
TÉLÉMANIPULATEUR DE LA STATION SPATIALE
POSTE DE COMMANDE DU TÉLÉMANIPULATEUR
SYSTÈME DE POSITIONNEMENT DES ENGINS SPATIAUX
DÉPÔT DE PIÈCES DE RECHANGE POUR SATELLITES
SUPPORT DE RANGEMENT DES OUTILS DU TÉLÉMANIPULATEUR DE LA STATION
PLATE-FORME MOBILE
STRUCTURE PRINCIPALE
VÉHICULE DE MANOEUVRE EN ORBITE (PERMIS)
VÉHICULE DE MANOEUVRE EN ORBITE (OMV)
ÉCRAN THERMIQUE
ANTENNE D'ESSAI
PIÈCES DE RECHANGE POUR SATELLITES
CHARGES UTILES AMARRÉES SERVANT AUX EXPÉRIENCES
STRUCTURE SECONDAIRE
DISPOSITIF D'AMARRAGE DU SYSTÈME DE RÉPARATION ET D'ENTRETIEN ROBOT

terrestre. Il y aurait, en second lieu, les panneaux solaires, qui pourraient être la principale source d'énergie électrique des plates-formes desservies par les astronautes, ou assurer l'alimentation électrique auxiliaire de la station. Finalement, on aurait, en troisième lieu, une installation de télédétection basée sur le Radarsat.

LA PARTICIPATION CANADIENNE

Les antécédents canadiens

Les compétences du Canada en matière de sciences et de technologie spatiales ne sont plus à démontrer. Le Canada est, en dehors des États-Unis et de l'URSS, le premier pays qui ait lancé un satellite (Alouette, en 1962) et également le premier qui ait mis un satellite de télécommunications domestiques en orbite (Anik A1, en 1972). Par la suite, le Canada a construit de nombreux autres satellites de télécommunications et, pour la navette spatiale de la NASA, le Canadarm, télémanipulateur qui représente une grande réussite technologique. Ces réalisations et le lancement du programme d'entraînement d'astronautes canadiens constituent une bonne base de départ.

Exploiter notre base technologique

C'est probablement l'utilisation d'une plate-forme polaire pour la télédétection et d'une station spatiale conçue à l'origine comme laboratoire de recherche et de développement conduisant à l'exploitation commerciale de l'espace qui répondraient le mieux aux besoins futurs du Canada. Le rôle du Canada consisterait à fournir des équipements spécialisés et à utiliser la station spatiale pour la recherche scientifique, la télédétection et les essais industriels.

La base technologique canadienne comprend:

* les matériels et instruments spatiaux
* les satellites de télécommunications
* les systèmes de télédétection
* les mécanismes spatiaux comme, par exemple, la robotique et les télémanipulateurs
* les structures spatiales
* les panneaux solaires
* les sciences spatiales
* la médecine spatiale
* les relevés topographiques, la cartographie et la géodésie

Le potentiel commercial

C'est surtout dans les domaines des applications spatiales classiques comme les télécommunications et la télédétection et également aussi dans celui de l'élaboration des matériaux et de la fourniture des moyens nécessaires à l'assemblage, à l'entretien, à l'approvisionnement, à la réparation et aux essais des satellites et des structures que résident les plus importants débouchés commerciaux.

Débouchés pour le Canada en tant qu'utilisateur

* Télédétection. Plus que la plupart des pays, le Canada a besoin de surveiller son immense territoire et ses nombreuses richesses naturelles. Les nouveaux systèmes de télédétection seront plus puissants et bénéficieront de moyens de traitement et de transmission de données supérieurs à ceux de leurs prédécesseurs. En se servant de la station spatiale comme d'une base, le Canada pourrait mettre au point, essayer, réparer et approvisionner ces systèmes en orbite.

* Sciences spatiales. Les spécialistes de l'espace canadiens étudient la Terre, son atmosphère, l'espace extérieur et l'astronomie. La station spatiale leur fournirait une base supplémentaire pour l'observation et la recherche.

* Élaboration des matériaux. L'utilisation de la microgravité pour mettre au point de nouveaux produits ou améliorer des produits existants dans les domaines électronique, pharmaceutique et de l'élaboration des métaux recèle la promesse d'être une des applications les plus rentables. Les industries canadiennes s'intéressent de plus en plus à l'utilisation des laboratoires de la station spatiale pour ces opérations.

* Technologie spatiale. La station spatiale constitue une plate-forme idéale pour la mise au point et l'essai de systèmes complexes de satellites, de télémanipulateurs et de structures avant leur mise en service régulier.

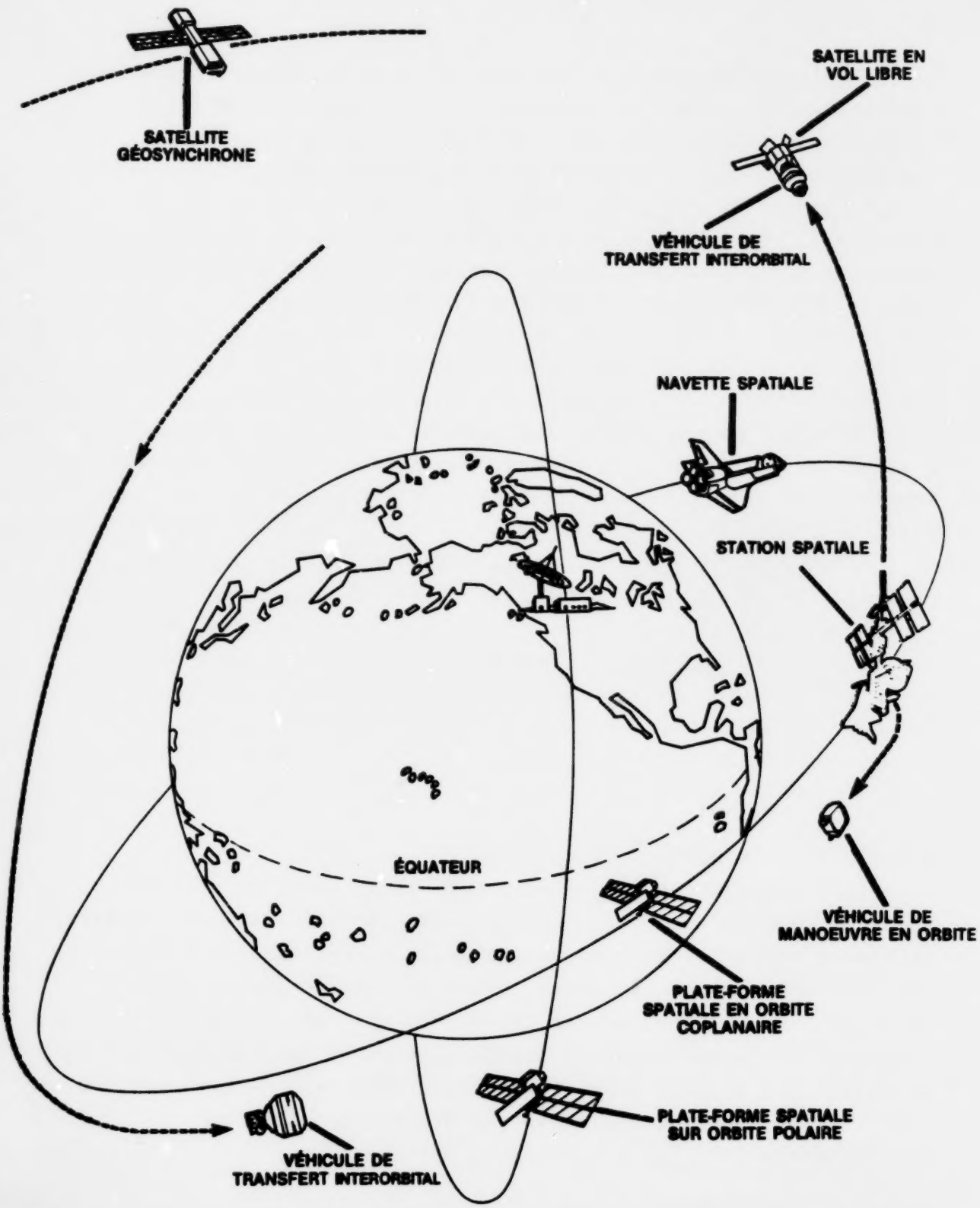
* Télécommunications. L'utilisation de la station spatiale permettra la vérification, la réparation et l'approvisionnement en ergols des satellites.

* Sciences de la vie et médecine spatiale. Il sera possible de mettre au point de nouveaux produits pharmaceutiques et procédés biotechnologiques et d'acquérir de nouvelles connaissances sur les mécanismes d'adaptation de l'organisme à l'environnement spatial.

STRUCTURE DE LA STATION SPATIALE

Bien plus qu'une simple structure satellisée, la station spatiale est perçue comme une combinaison d'installations habitées et automatiques placées sur orbite basse et reliées entre elles par des véhicules de manoeuvre en orbite, des véhicules de transfert interorbital et par la navette spatiale. Ces installations comprennent la grande station de base en orbite terrestre sur un plan quasi-équatorial, ainsi que de plus petites plates-formes spatiales placées sur orbites polaires et équatoriales.

INFRASTRUCTURE DE LA STATION SPATIALE



Configuration

Bien qu'aucune décision n'ait encore été prise en ce qui concerne la station de base, plusieurs configurations sont actuellement à l'étude.

Celle qui réunit le plus de suffrages et qui est appelée Power Tower est constituée d'une longue poutre axiale de 120 mètres de long construite avec des matériaux légers et à haute résistance et d'une poutre transversale de 65 mètres de long supportant de part et d'autre 4 panneaux solaires de grandes dimensions. La station serait satellisée à 500 kilomètres d'altitude, hébergerait un équipage initial de six astronautes et comprendrait cinq modules cylindriques: deux pour les quartiers d'habitation, deux pour les laboratoires et un pour la logistique.

La conception d'équipements de vie et d'alimentation électrique devant fonctionner pendant de longues durées représente un défi technique de première grandeur où la nourriture, l'eau, l'air et la climatisation sont les considérations les plus importantes. Les ingénieurs travaillent sur un système à 'boucle fermée' où l'eau et éventuellement les déchets seraient recyclés.

De nouvelles générations de piles solaires à concentrateurs et à base d'arséniure de gallium au lieu de silicium, sont également à l'étude.

Pendant la construction, l'étage orbital amènera les divers éléments de la station sur orbite et participera aux opérations d'assemblage de la structure. Lorsque la station sera opérationnelle, la navette continuera à assurer le transport des approvisionnements, des équipages de relève et de l'équipement nécessaires.

CARACTÉRISTIQUES DE LA STATION SPATIALE (STRUCTURE INITIALE)

Masse: 90 000 kg

Longueur: 120 m (infrastructure centrale)

Largeur: 65 m (panneaux solaires)

Assemblage: l'assemblage nécessitera 6 missions de la navette

Alimentation électrique: 75 kW (4 panneaux solaires photovoltaïques au silicium)

Modules pressurisés:

Quartiers d'habitation	(2)
Laboratoire	(2)
Logistique	(1)

Équipage: 6 à 8

Inclinaison orbitale: 28,5° sur l'équateur

Altitude: 500 km

Fonctions:
Laboratoire orbital
Installation de production
Centre de transport
Observatoire permanent
Station-service
Centre de télécommunications et de traitement des données
Installation d'assemblage
Dépôt de stockage

Activité scientifique et industrielle

La microgravité qui règne dans l'espace ouvre un grand nombre de débouchés sur le plan de la fabrication.

Les possibilités offertes sur le plan industriel pourraient comprendre:

* la fabrication de produits pharmaceutiques
* l'élaboration de matériaux semiconducteurs
* la mise au point de nouveaux métaux et alliages, de nouveaux verres et de nouvelles céramiques
* et conduire à de nouveaux développements en biologie spatiale

Les conditions d'observation exceptionnelles qui s'offrent aux instruments placés dans l'espace permettent également aux industries agricole, forestière, pétrolière, minière et de l'offshore d'utiliser la télédétection.

ÉTAPES DU DÉVELOPPEMENT DE LA STATION SPATIALE

Le projet de construction de la station spatiale a été divisé en cinq phases devant conduire à sa mise en service sur orbite au début des années 1990. Il est néanmoins prévu que le développement de la station continuera pendant de nombreuses années au cours du siècle prochain et ceci signifie qu'elle bénéficiera toujours des derniers progrès techniques.

Une étude internationnale à laquelle participent les États-Unis, le Canada, les nations européennes et le Japon en tant que partenaires et utilisateurs potentiels est en cours depuis janvier 1982.

Phase A: Études en vue de définir les domaines d'intérêt nationaux

1982 - 1985. La phase relative à l'étude préliminaire comprenait une évaluation des possibilités de participation au programme de chaque nation, une évaluation de leur contribution en fonction de leur infrastructure technologique existante et une évaluation de leur utilisation potentielle de l'installation.

Phase B: Définition et étude

Avril 85 - 31 mars 87. La phase relative à la définition et à l'étude préliminaire comprend une étude plus détaillée de la contribution de chaque nation au programme. Parallèlement à la phase B de la NASA, le Canada déterminera les domaines de participation nationale pouvant être soumis à la NASA au début de 1986. En janvier 1986, la NASA procédera à un "Systems Requirements Review" et des décisions seront prises pour le choix des équipements canadiens qui seront étudiés et mis au point.

Ceux-ci pourraient comprendre un ou plusieurs des éléments suivants:

* l'installation de services et d'essais intégrés
* le module de service robot
* les panneaux solaires pour les plates-formes polaires et l'alimentation auxiliaire de la station
* l'installation de télédétection sur une plate-forme polaire

Un programme de développement axé sur l'utilisateur sera mené pendant toute la phase B pour voir de quelle manière la communauté scientifique et industrielle canadienne pourrait utiliser la station spatiale le plus rationellement possible pour réaliser ses objectifs scientifiques, techniques et commerciaux.

Les phases C à E seront définies au début de 1987 lors de la négociation des accords entre la NASA et ses partenaires internationaux.

Phases C et D: Étude et construction

L'équipement nécessaire à la station spatiale sera étudié, construit, intégré et testé.

Phase E: Livraison, assemblage dans l'espace et exploitation

Les éléments seront amenés sur orbite dans la soute de la navette et assemblés par des astronautes.

ACTIVITÉS CANADIENNES DE LA PHASE A

Le Canada a entrepris en 1982 des études préliminaires sur les avantages qu'elle retirerait d'une participation au programme de la station spatiale. Le principal objectif de l'étude était de déterminer de quelle manière et dans quelle mesure l'industrie canadienne pourrait se servir d'une station spatiale en orbite permanente autour de la terre et de voir comment l'industrie spatiale canadienne pourrait contribuer à la construction et à l'entretien de la station et assurer les services qui lui sont nécessaires. Ces études, conduites par Spar Aérospatiale Ltée et Philip A. Lapp Associates, sous contrat du Conseil national de recherches, ont fait ressortir un intérêt substantiel pour le programme de la part du public et du secteur privé. Le rapport arrivait à la conclusion que le Canada pouvait bénéficier scientifiquement, technologiquement, économiquement et socialement d'une participation à cette entreprise.

UTILISATION CANADIENNE DE LA STATION SPATIALE

Des discussions en profondeur ont été menées avec des représentants de l'industrie, des universités et du gouvernement pour déterminer le niveau d'intérêt de ces différents interlocuteurs pour l'utilisation d'une station spatiale dans des domaines comme la télédétection, la technologie spatiale, la médecine, la biologie, les télécommunications, les sciences spatiales et l'élaboration des matériaux. Bien que lesdits interlocuteurs se soient montrés intéressés dans tous les domaines cités, c'est la télédétection et la technologie spatiale qui ont suscité les réactions initiales les plus enthousiastes.

Télédétection

Les spécialistes canadiens de la télédétection ont entrevu une large gamme d'applications dans l'utilisation de la station spatiale et de l'infrastructure connexe comprenant des plates-formes polaires satellisées et certains moyens permettant d'assurer leur entretien et leur approvisionnement. Une station spatiale offrirait plusieurs avantages pour le développement technologique dans le domaine de la télédétection, dont la capacité de tester de nouveaux équipements sur orbite polaire. Les plates-formes seront construites de telle façon qu'elles pourront bénéficier des services et de l'entretien nécessaires et seront équipées d'antennes plus grandes et plus puissantes pour la transmission des données dans des domaines comme le monitorage des richesses naturelles.

Technologie spatiale

Compte tenu de la compétence acquise par le Canada dans la fabrication de systèmes spatiaux complets allant des satellites et des stations terriennes au Canadarm, le télémanipulateur utilisé par la navette pour mettre en oeuvre et récupérer des charges utiles, on s'attendait bien à ce que le secteur industriel spatial canadien manifeste un vif intérêt pour ce domaine.

Une installation spatiale habitée serait utilisée pour toute une gamme de tâches comprenant l'assemblage et l'essai de plates-formes de grandes dimensions, ainsi que l'entretien et l'approvisionnement d'une large gamme de structures spatiales allant des satellites aux instruments scientifiques en passant par les éléments constitutifs de la station spatiale proprement dite.

Biologie spatiale

Plusieurs expériences ad hoc, comprenant des investigations fondamentales sur l'adaptation de l'organisme humain à l'environnement spatial, ont été proposées par les experts canadiens en la matière.

L'intérêt initial suscité par l'étude préliminaire a conduit à une seconde étude en profondeur en 1984 portant sur diverses expériences canadiennes dans le domaine des sciences de la vie susceptibles d'être conduites sur la station spatiale. Elle a permis de retenir plusieurs propositions nouvelles de projets d'expériences pouvant être conduites dans l'espace, dont des expériences sur les mécanismes d'adaptation de l'organisme et des investigations sur la perte de calcium et l'atrophie musculaire dont ont souffert les astronautes ayant participé à des vols prolongés.

Télécommunications

Bien que l'industrie des télécommunications ait indiqué qu'elle n'a pas un besoin urgent d'avoir accès à une station spatiale, elle en a néanmoins reconnu les avantages à long terme: elle permettrait en effet de réparer les satellites de manière routinière et présenterait un avantage évident pour l'assemblage et la mise en oeuvre des grandes plates-formes de télécommunications du futur.

Sciences spatiales

La communauté scientifique a vu dans la station spatiale une installation de recherche et une base pour l'observation des phénomènes terrestres et atmosphériques et du système solaire. Par ailleurs, la construction de télescopes satellisés de grandes dimensions, la réparation et l'approvisionnement des satellites d'observation spéciaux et la possibilité de construire et de lancer des sondes planétaires à partir de la station proprement dite en font une réalisation hautement souhaitable.

Élaboration des matériaux

Bien que le Canada n'ait pas encore fait d'expériences sur l'élaboration des matériaux en impesanteur, le potentiel commercial de l'opération est élevé comme le démontre l'important investissement de plusieurs grosses compagnies américaines en vue de fabriquer des produits pharmaceutiques et des semiconducteurs dans l'espace. Un laboratoire placé à bord de la station accélérerait indubitablement le développement de ces domaines potentiellement lucratifs de l'avenir.

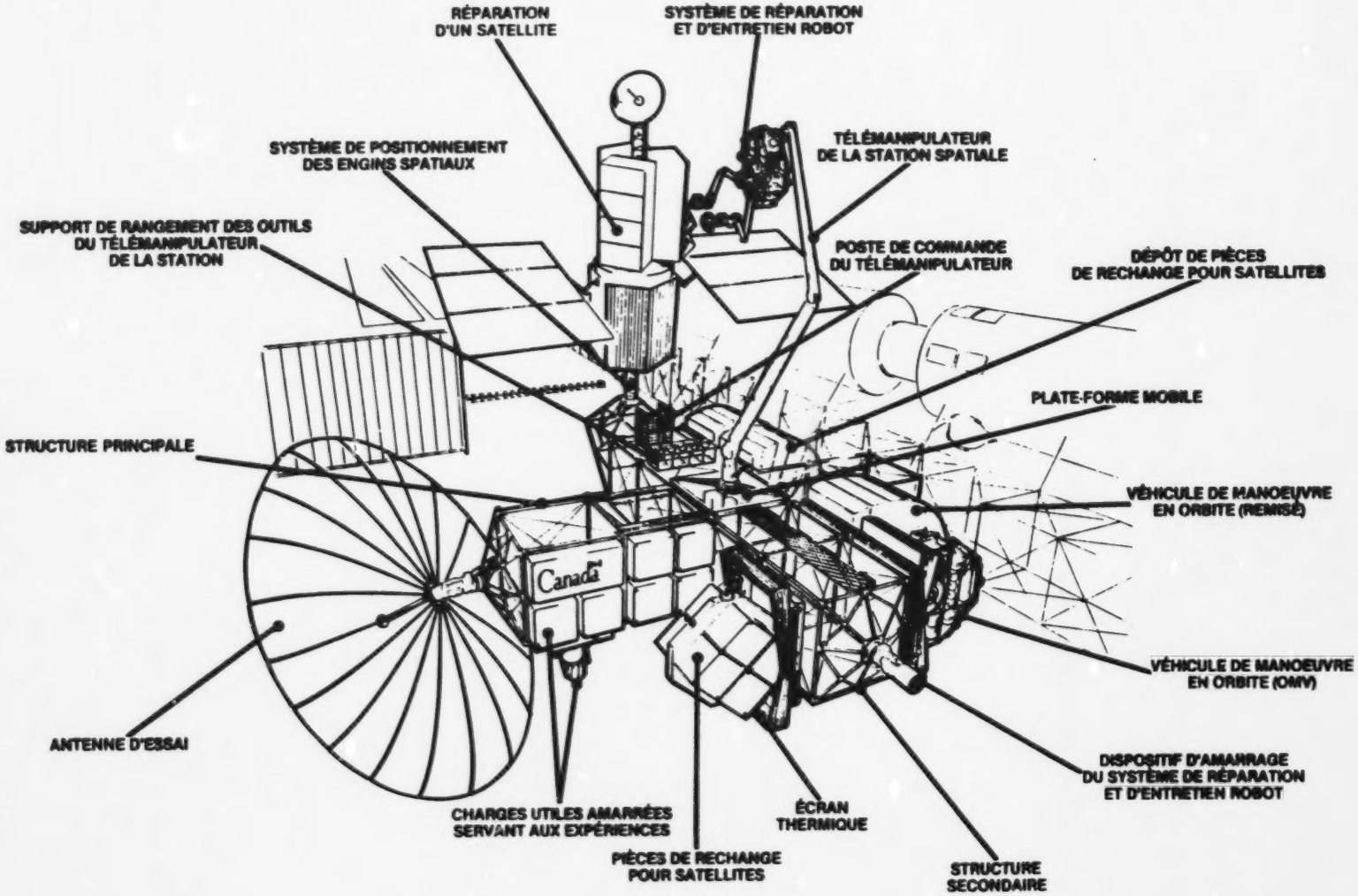
CONTRIBUTION CANADIENNE À L'ÉTUDE ET À LA CONSTRUCTION DE LA STATION

Les études préliminaires ont montré que le Canada, avec son industrie spatiale déjà hautement développée, pourrait contribuer à l'étude et à la mise au point de plusieurs équipements et systèmes d'exploitation nécessaires à la station spatiale. Ceci comprendrait la mise au point d'une station service (installation de services et d'essais intrégrés) comprenant une nouvelle génération de télémanipulateurs équipés de capteurs de pointe, un module de service robot, des stations de travail et des outils spéciaux. L'industrie spatiale canadienne s'est également intéressée aux panneaux solaires, au matériel de traitement des données et aux systèmes de commande et de télédétection sophistiqués.

CONTRATS COLLECTIFS ENTRE L'INDUSTRIE ET L'UTILISATEUR POUR L'EXPLOITATION COMMERCIALE DE L'ESPACE

Afin de déterminer les possibilités qui s'offrent au Canada sur le plan de la commercialisation de l'espace, le CNRC a passé en novembre 1984 un contrat avec six compagnies en vue d'étudier de quelle façon d'éventuels utilisateurs commerciaux canadiens

d'une station spatiale pourraient travailler avec des fournisseurs d'équipement pour fabriquer dans l'espace de nouveaux matériaux comme des semiconducteurs, des céramiques et des verres pour l'industrie électronique, ainsi que de nouveaux métaux et alliages métalliques ayant une plus grande résistance en vue d'applications industrielles variées, de même que des produits biologiques et pharmaceutiques. Dans une étude séparée, la Société Currie, Coopers et Lybrand étudie les avantages commerciaux et économiques d'une participation canadienne au programme de la station spatiale.


RÉPARATION D'UN SATELLITE
SYSTÈME DE RÉPARATION ET D'ENTRETIEN ROBOT
SYSTÈME DE POSITIONNEMENT DES ENGINS SPATIAUX
TÉLÉMANIPULATEUR DE LA STATION SPATIALE
SUPPORT DE RANGEMENT DES OUTILS DU TÉLÉMANIPULATEUR DE LA STATION
POSTE DE COMMANDE DU TÉLÉMANIPULATEUR
DÉPÔT DE PIÈCES DE RECHANGE POUR SATELLITES
PLATE-FORME MOBILE
STRUCTURE PRINCIPALE
VÉHICULE DE MANOEUVRE EN ORBITE (REMISE)
Canada
VÉHICULE DE MANOEUVRE EN ORBITE (OMV)
ANTENNE D'ESSAI
DISPOSITIF D'AMARRAGE DU SYSTÈME DE RÉPARATION ET D'ENTRETIEN ROBOT
CHARGES UTILES AMARRÉES SERVANT AUX EXPÉRIENCES
ÉCRAN THERMIQUE
PIÈCES DE RECHANGE POUR SATELLITES
STRUCTURE SECONDAIRE

MODULE DE SERVICES ET D'ESSAIS INTÉGRÉS
(ISTF)

Contrats d'étude passés par le CNRC au Canada pour l'étude d'une station spatiale

1982	Spar Aérospatiale Ltée	Détermination de l'intérêt de l'industrie canadienne pour la construction et l'utilisation d'une station spatiale
1982	Philip A. Lapp	
1984	Spar Aérospatiale Ltée Sous-traitants: Atcon Services Ltd. CAE Electronics Ltd. Canadian Astronautics Ltd. Dynacon Ltd. MacDonald Dettwiler and Associates Ltd. Moniteq	Développement technologique pour la construction d'une station spatiale et de son infrastructure
1984	Acton Services Ltd. BM Hitech Canadian Astronautics Ltd. M.P.B. Technologies Spar Aérospatiale Ltée Thomas Croil Ltd.	Commercialisation de l'espace, potentiel pour l'industrie canadienne dans des domaines spécialisés de l'élaboration des matériaux
1984	Currie, Coopers & Lybrand	Avantages économiques que le Canada pourrait retirer de sa participation